T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

YENİLENEBİLİR ENERJİ TEKNOLOJİLERİ

SÜRÜCÜLERLE MOTOR KONTROLÜ

ANKARA, 2013

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- PARA İLE SATILMAZ.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR ii
GİRİŞ 1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 2
1. AC MOTOR SÜRÜCÜLERİ 2
1.1. AC motor sürücü yapısı ve bağlantısı 2
1.1.1 AC Motor Sürücü Arızaları 3
1.1.2 AC Motor Sürücüsü Bağlantı Şeması 6
1.2. AC Motor Sürücüsü Parametre Ayarları 9
1.2.1 Sürücü Dijital Tuş Takımı Açıklamaları 9
1.2.2 Gösterge Ekranı Açıklamaları 10
1.2.3 Parametre Değerlerinin Girilmesi 10
1.3. PLC AC motor sürücü komutları 11
1.3.1 Sürücü Parametre Ayarlarını Okuma ve Yazma 11
1.3.2 Sürücü Çıkış Frekansını Değiştirme 12
UYGULAMA FAALİYETİ 13
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 14
ÖĞRENME FAALİYETİ–2 15
2. ANALOG SİNYALLER 15
2.1. Analog Giriş ve Çıkış Elemanları 15
2.1.1. Analog Sinyal 15
2.1.2. Analog Giriş Elemanları 16
2.1.3. Analog Çıkış Elemanları 18
2.2. Plc Analog Giriş Ve Çıkış Komutları 18
2.2.1. Analog Modül Bilgilerini Okuma 18
2.2.2. Analog Modül Ayarlarını Değiştirme 18
UYGULAMA FAALİYETİ 20
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 22
MODÜL DEĞERLENDİRME 23
CEVAP ANAHTARLARI 25
KAYNAKÇA 26

AÇIKLAMALAR

ALAN	**Yenilenebilir Enerji Teknolojileri**
DAL/MESLEK	**Alan Ortak**
MODÜLÜN ADI	**Sürücülerle Motor Kontrolü**
MODÜLÜN TANIMI	PLC ile analog işlemler yapmakla ve analog işlemler sonucunda motor sürücülerini kontrol etmekle ilgili temel bilgi ve becerilerin kazandırıldığı öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/24
ÖN KOŞUL	PLC Programlama modülünü başarmış olmak
YETERLİK	PLC ile analog veri için program yaparak devresini kurmak
MODÜLÜN AMACI	**Genel Amaç** Gerekli laboratuvar ortamı sağlandığında istenen sistem için gerekli PLC ve analog modülü seçecek, analog işlem için programı hatasız yaparak sistemi çalıştırabileceksiniz. **Amaçlar** **1.** Sistem için gerekli PLC ve ilave modül bağlantıları için gerekli araç ve gereç malzemelerini seçecek ve hatasız yapabileceksiniz. **2.** Analog verinin niteliğine göre PLC programını yaparak sistemi kurup hatasız olarak çalıştırabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Gerekli laboratuar ortamı, bilgisayarlar, PLC programı, PLC, analog modüller (giriş-çıkış), RTD modülü, termokupl modülü, ısı (pt 100), seviye, basınç dönüştürücüleri DC motor ve sürücüsü araçları donanımları
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modülün içerisinde yer alan her faaliyet sonrasında, o faaliyetle ilgili değerlendirme soruları ile kendi kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen, modül sonunda size ölçme aracı (uygulama, test, soru-cevap, doğru yanlış vb.) uygulayarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Bu modül sonunda edineceğiniz bilgi ve beceriler ile otomasyon alanında kendinizi daha emin ve güçlü hissedeceksiniz.

Teknoloji ve bilimin hızla ilerlediği bu zamanda elektronik ve bilgisayar sistemlerindeki gelişmelere paralel olarak elektrik otomasyon sistemleri de kendini yenilemiştir. Klasik kumanda dediğimiz röleli kumanda sistemi, karmaşık otomasyon sistemlerinin kontrolünde yetersiz kalmaktadır. İşte bu anda devreye PLC teknolojisi girmiştir. PLC teknolojisinde proje çözümü kolay ve daha hızlıdır. Ayrıca kumanda panosunu ortadan kaldırarak malzeme hacim yoğunluğunu gidermiştir.

Çağımızda üretim özellikle tekstil, gıda otomotiv sanayisinde el değmeden yapılmaktadır. Buralarda makine kontrolünde PLC cihazları kullanılmaktadır. PLC sistemleri elektriği, elektroniği kapsamasının yanında mekanik, pnömatik hidrolik sistemlerinin kontrolünü de kapsar.

Endüstride birçok firmanın ürettiği PLC'lere rastlamak mümkündür. Temelde bütün PLC mantıkları birbirinin aynıdır. Bu kitapçıkta ülkemizde geniş kullanım alanı bulunan PLC'ler anlatılmıştır.

Endüstri sanayinde analog veriler ve bunların kullanım teknikleri çok önemli yer kaplamaktadır. Isı, seviye, ışık, devir kontrol, basınç gibi analog veriler çokça karşımıza çıkmaktadır. Bu kitapçığımızda bu analog verilerin PLC ile nasıl işlendiğini ve kullanıldığını bulacaksınız.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Gerekli laboratuar ortamı sağlandığında AC motor sürücü seçimini yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Bu faaliyet öncesinde yapmanız gereken öncelikli araştırmalar şunlardır.

- Motor sürücüsü nedir, niçin kullanılır? Araştırınız.
- Motor sürücüsü çeşitlerini öğreniniz.

Araştırma işlemlerini öncelikle ön bilgi alınması açısından internet ortamı kullanılması gerekir. Daha sonra motor sürücüsü satan firmaları gezerek bilgi almanız sizin ufkunuzu açacaktır. Ayrıca AC motor sürücüsü kullanan firmaları araştırmak için teknik gezi yapmanız gerekir.

1. AC MOTOR SÜRÜCÜLERİ

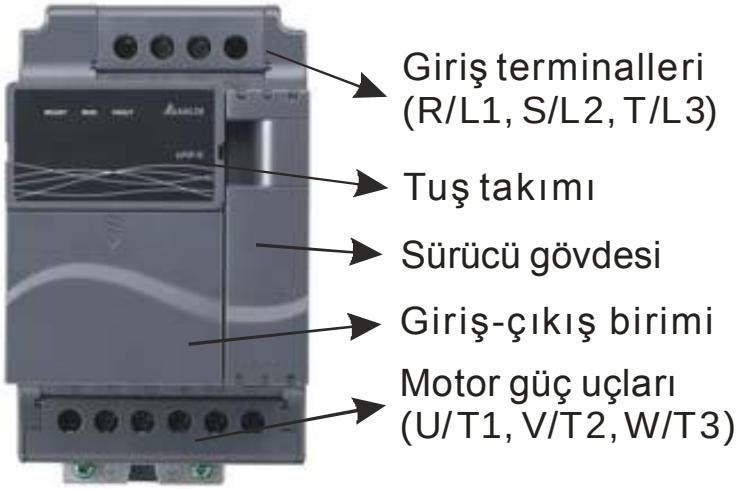
1.1. AC motor sürücü yapısı ve bağlantısı

Motor sürücü ürünleri endüstrinin temeli olan standart indüksiyon motorlarının hızının ve torkunun kontrol edilmesi için kullanılırlar. Motor sürücü teknolojisi, sürüş işleminin üretkenliğini ve verimliliğini arttırırken tam bir motor hızı kontrolü sunmaktadır. Düşük kapasiteye ihtiyaç duyulduğunda, sürücü makinenin hızını azaltarak enerji tasarrufu sağlar. AC motor sürücüleri genellikle 1 faz giriş / 3 faz çıkış ve 3 faz giriş / 3 faz çıkış olarak üretilirler.

AC motor prensibi, 3 fazlı stator sargılarındaki gerilim yönünün doğru sıralama ile oluşturulmasıdır. Oluşan bu manyetik döner alan motorun dönmesini sağlar.

AC Motor Sürücüler 3 ana bölümden oluşur:

- **Doğrultucu:** 3 fazlı 50Hz'lik şebeke doğrultucuda DC akıma dönüştürülür.
- **Ara devre (DC bara):** Oluşturulan bu DC gerilim kapasite ve bobinlerden meydana gelen ara devre (DC bara) tarafından darbeleri filtre edilir.
- **Evirici (Inverter):** Motor fazların, pozitif ya da negatif DC baraya belirli bir sıralama ile bağlar.



Resim 1.1: AC motor sürücü

1.1.1 AC Motor Sürücü Arızaları

AC motor sürücüleri uygun ortamlarda ve şartlarda kullanılmadığında aşağıdaki gibi arızalar meydana gelmektedir.

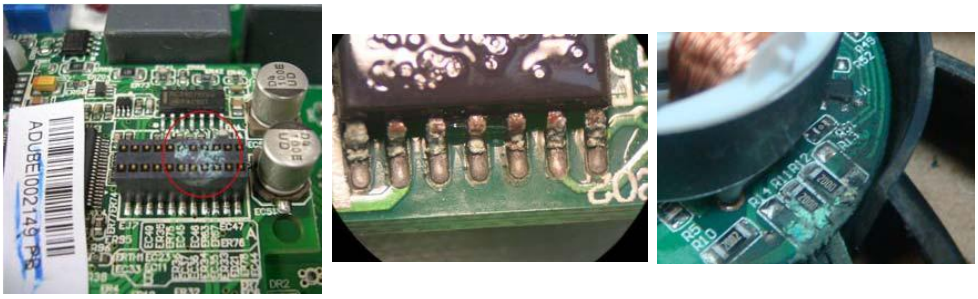
- **Sürücüye yağ kaçmasından dolayı olan arızalar:** AC sürücüler punç, delme, CNC vb. makinelerde uygun yerlere monte edilmezse, ortamdaki yağlar ve soğutma sıvıları sürücü içerisine akar. Bu da elektronik devrelerin zarar görmesine yol açar.

Resim1.2: Yağ vb sıvıların yol açtığı sürücü arızası

- **Fiber vb yoğun tozların yol açtığı arızalar:** Endüstrideki tozlar sürücülere ciddi zararlar vermektedir.

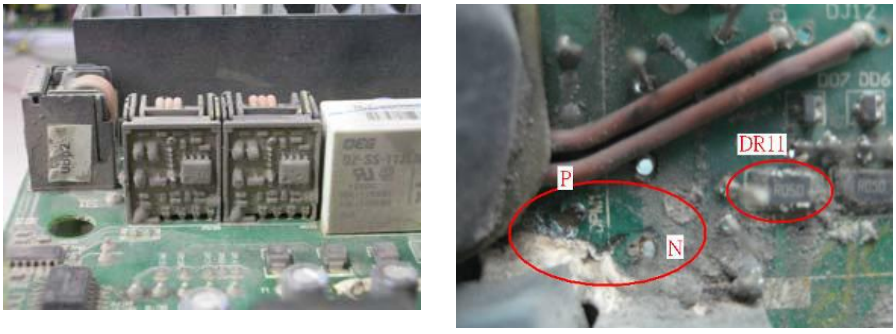
Resim1.3: Tozların yol açtığı sürücü arızası

- **Oksitlenmeden kaynaklanan arızalar:** Sürücü içerisine girebilecek bazı kimyasallar ve nem elektronik devre üzerinde oksitlenmeye yol açmaktadır.



Resim1.4: Oksitlenmenin yol açtığı sürücü arızası

- **Nemli ortamdan kaynaklanan arızalar:** Nemin yüksek olduğu ortamlarda elektronik devre elemanları üzerinde neme bağlı dejenerasyon vb etkilerden kısa devreler söz konusu olmaktadır.

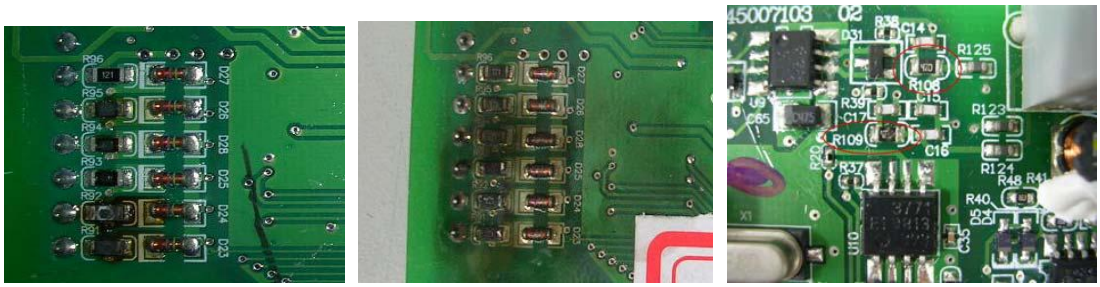


Resim1.5: Nem ve etkilerinin yol açtığı sürücü arızası

- **Bağlantı hatasından kaynaklanan arızalar:** Bağlantı klemenslerinin gevşek bırakılması veya yanlış bağlantı sürücülere ciddi zararlar vermektedir.

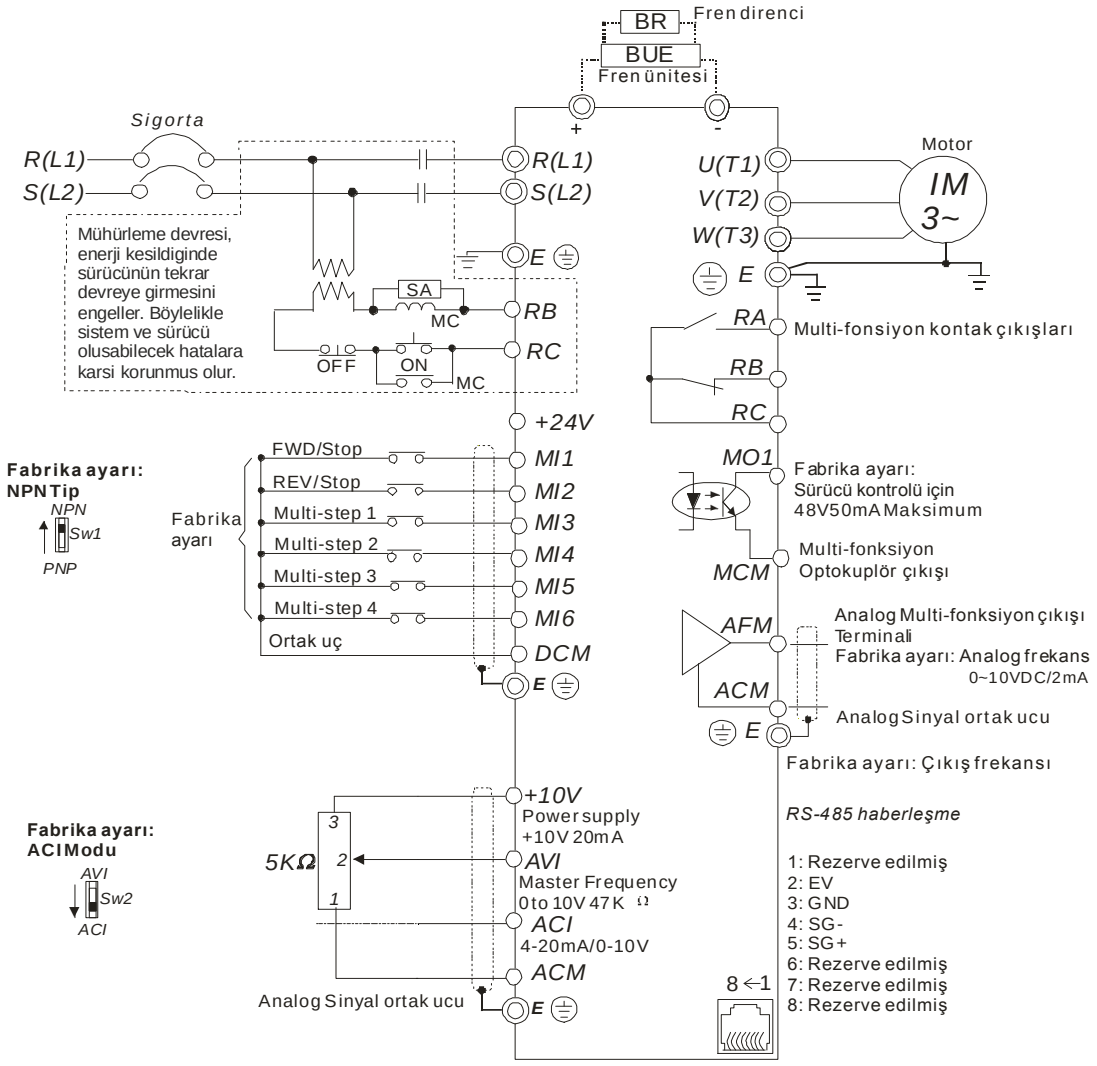
Resim1.6: Bağlantı hatasından kaynaklanan sürücü arızaları

- **Sürücü giriş ve çıkış arızaları:** Sürücü kontrol giriş ve çıkışları yanlış bağlandığından veya çalışma gerilim/akım değerleri aşıldığında ciddi arızalar meydana gelmektedir.



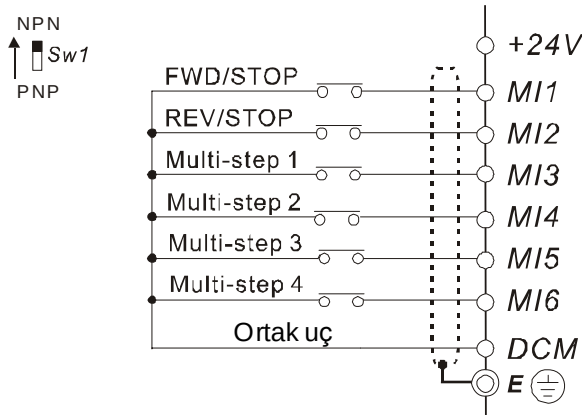
Resim1.7: Sürücü giriş ve çıkış arızaları

1.1.2 AC Motor Sürücüsü Bağlantı Şeması



Şekil 1.1: 1 Faz besleme, 3 faz çıkış 2.2 KW gücündeki bir AC motor sürücüsü bağlantı şeması

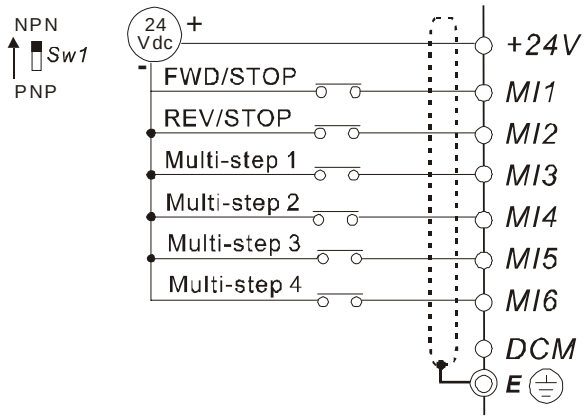
A. Dahili Beslemeli NPN Tip Bağlantı



Şekil 1.2: Dâhili beslemeli NPN tip bağlantı şeması

Bu bağlantıda sürücü üzerindeki SW1 anahtarı NPN konumunda olmalıdır. DCM ortak ucu giriş elemanlarının (buton, anahtar vb) bir ucuna bağlanır. Diğer uçları da ilgili girişlere bağlanır.

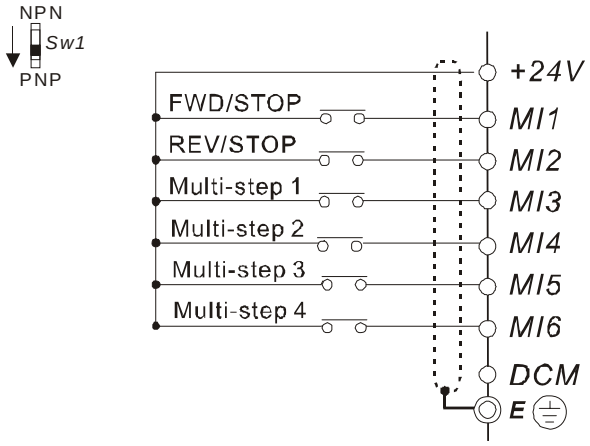
B. Harici Beslemeli NPN Tip Bağlantı



Şekil 1.3: Harici beslemeli NPN tip bağlantı şeması

Bu bağlantıda sürücü üzerindeki SW1 anahtarı NPN konumunda olmalıdır. DCM ortak ucu giriş ucu olarak **kullanılmaz!** 24V DC güç kaynağının - ucu giriş elemanlarının bir ucuna bağlanır. Diğer uçları da ilgili girişlere bağlanır. Güç kaynağının + ucu ise, sürücü üzerindeki +24V ucuna bağlanır.

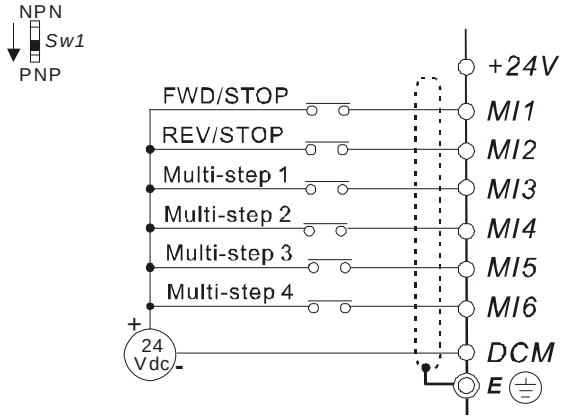
C. Dahili Beslemeli PNP Tip Bağlantı



Şekil 1.4: Dâhili beslemeli PNP tip bağlantı şeması

Bu bağlantıda sürücü üzerindeki SW1 anahtarı PNP konumunda olmalıdır. Sürücü üzerindeki +24V ortak ucu giriş elemanlarının bir ucuna bağlanır. Diğer uçları da ilgili girişlere bağlanır.

D. Harici Beslemeli PNP Tip Bağlantı



Şekil 1.5: Harici beslemeli PNP tip bağlantı şeması

Bu bağlantıda sürücü üzerindeki SW1 anahtarı PNP konumunda olmalıdır. +24V ortak ucu giriş ucu **kullanılmaz!** 24V DC güç kaynağının + ucu giriş elemanlarının bir ucuna bağlanır. Diğer uçları da ilgili girişlere bağlanır. Güç kaynağının - ucu ise, sürücü üzerindeki DCM ucuna bağlanır.

1.2. AC Motor Sürücüsü Parametre Ayarları

AC motor parametre ayarları sürücü modellerine ve üretici firmalara göre büyük farklılıklar göstermektedir. Bu yüzden tüm parametreler ve görevleri için ürün bilgi sayfasını incelemek gerekmektedir.

➢ Bir AC motor sürücüsündeki parametre grupları

- Grup 0: Kullanıcı parametreleri
- Grup 1: Temel parametreler
- Grup 2: Kontrol metodu parametreleri
- Grup 3: Çıkış fonksiyonu atama parametreleri
- Grup 4: Giriş fonksiyonu parametreleri
- Grup 5: Multi-step (çoklu hız) hız parametreleri
- Grup 6: Koruma parametreleri
- Grup 7: Motor parametreleri
- Grup 8: Özel parametreleri
- Grup 9: Haberleşme parametreleri
- Grup 10: PID kontrol parametreleri
- Grup 11: Genişleme kartı için multi-fonksiyon giriş/çıkış parametreleri
- Grup 12: Genişleme kartı için analog giriş/çıkış parametreleri
- Grup 13: Genişleme kartı için PG foksiyon parametreleri

1.2.1 Sürücü Dijital Tuş Takımı Açıklamaları

❶ **Durum Göstergesi**
Sürücünün anlık durumunu gösterir.

❷ **LED Gösterge**
Frekans, gerilim, akım bilgilerini gösterir

❸ **Potansiyometre**
Frekans değerini ayarlamak için kullanılır.

❹ **RUN Anahtarı**
AC sürücüyü çalıştırır.

❺ **UP ve DOWN Tuşları**
Tüm parametre değerlerini arrtırmak/azaltmak için kullanılır.

❻ **MODE**
Ekrandadiğer değerleri görüntülemek için kullanılır

❼ **STOP/RESET**
AC sürücüyü durdurmak için kullanılır.

❽ **ENTER**
Parametre değerini atamak için kullanılır.

Resim1.8: Tuş takımı açıklamaları

1.2.2 Gösterge Ekranı Açıklamaları

Gösterge Ekranı	Anlamı
RUN FWD REV F60.0 STOP	AC sürücü besleme frekansı
RUN FWD REV H50.0 STOP	AC sürücü çıkışlarındaki U/T1, V/T2, ve W/T3 frekans değerini gösterir.
RUN FWD REV U180 STOP	Kullanıcı tanımlı gerilimi gösterir (U = F x Pr.00.05).
RUN FWD REV A 5.0 STOP	AC sürücü çıkışlarındaki U/T1, V/T2, ve W/T3 akım değerini gösterir.
RUN FWD REV Frd STOP	Motor dönüş yönünü gösterir.
RUN FWD REV rEv STOP	Rezerve değerini gösterir.
RUN FWD REV c 20 STOP	Sayıcı değerini gösterir (C).
RUN FWD REV 06.00 STOP	Seçili parametre değerini gösterir.
RUN FWD REV 10 STOP	Seçili parametre değerini gösterir.
RUN FWD REV EF STOP	Hata oluştu mesajı.
RUN FWD REV End STOP	1 saniye boyunca ENTER tuşuna basıldığında girilen değerin kaydedildiğini gösterir. Değer arttırmak için ▲ tuşuna, değer azaltmak için ▼ tuşu kullanılır.
RUN FWD REV Err STOP	Ayarlanmak istenen değer geçerli değilse, hatalıysa, ekranda görünür.

1.2.3 Parametre Değerlerinin Girilmesi

- **Mod Seçimi:** Mod seçimi için MODE tuşuna basın. MODE tuşuna her basışta farklı modlar görüntülenecektir. Hangi modun parametresi ayarlanmak isteniyorsa, o moddayken ENTER tuşuna basılır.

- **Parametre Ayarı:** Herhangi bir MODE seçildikten sonra ilgili parametre değeri UP/DOWN tuşlarıyla seçilir. Uygun parametredeyken ENTER tuşuna

basılır ve parametre değeri görüntülenir. Parametre değeri UP/DOWN tuşlarıyla değiştirildikten sonra ENTER tuşuna basılır. **End** mesajı görüntülenmişse, parametre değeri atanmış demektir.

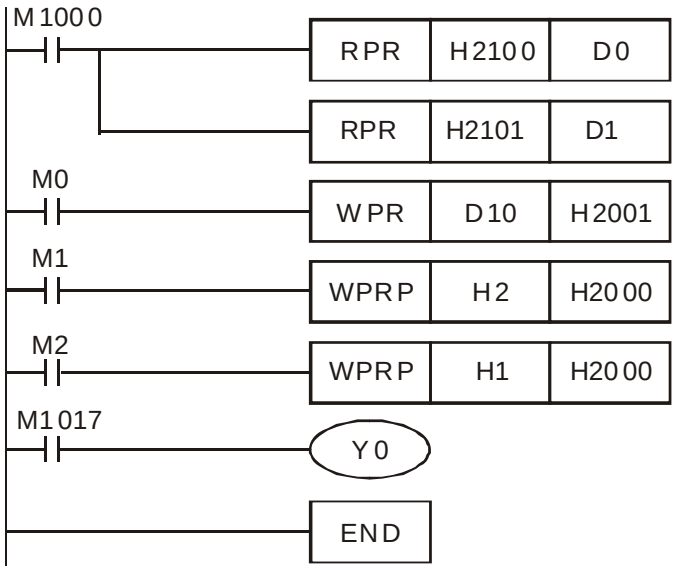
UP/DOWN tuşlarıyla parametre değeri arttırılıp azaltılabilir.

1.3. PLC AC motor sürücü komutları

1.3.1 Sürücü Parametre Ayarlarını Okuma ve Yazma

API	Komut	Operand	Fonksiyonu
140	WPR / PPR	S1, S2	Sürücü parametre ayarlarını yazar / Okur

➢ Örnek Program



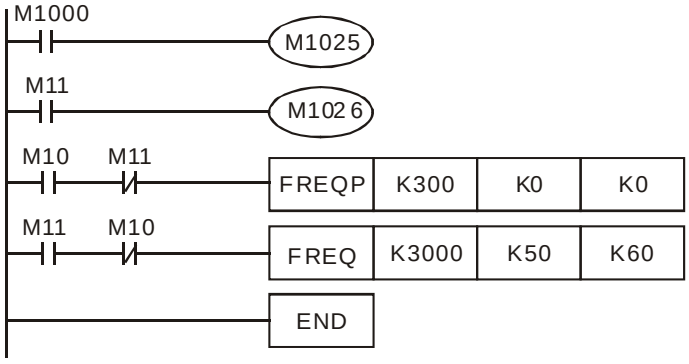
Şekil 1.6: PLC ile sürücü parametre değerlerini atama örneği

- M1000 ile sürücüdeki H2100 parametre değeri okunur ve D0 veri alanına atanır. H1201 parametre değeri okunur ve D1 veri alanına atanır.
- M0 aktif olduğunda D10'daki veri sürücünün H2001 parametre alanına yazılır.
  M1 aktif olduğunda H2'deki veri sürücünün H2000 parametre alanına yazılır.
  M2 aktif olduğunda H1'deki veri sürücünün H2000 parametre alanına yazılır.
- Parametre yazma başarılıysa, M1017 aktif olur Y0 çıkışı enerjilenir.

1.3.2 Sürücü Çıkış Frekansını Değiştirme

API	Komut			Operand	Fonksiyonu
142		FREQ	P	S1, S2, S3	AC motor sürücü frekansını değiştirme

➢ Örnek program



Şekil 1.7: PLC ile sürücü çıkış frekansını değiştirme örneği

- M1000 ile M1025 aktif olur ve sürücü çalıştırılır.
- M10 aktif olduğunda sürücü asenkron motoru K300 (3.00Hz) frekans ile yol verir. Hızlanma ve yavaşlama süreleri 0 (sıfır)'dır.
- M11 aktif olduğunda M1026 aktif olur. Motor ters yönde döner. Sürücü aynı anda FREQ komutu ile AC motoru K3000 (30.00Hz) frekans ile yol verir. Hızlanma süresi 50 (5sn) , yavaşlama ise 60 (6sn) tır.

UYGULAMA FAALİYETİ

Öğretmeninizin kontrolünde AC motor sürücü bağlantısını aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Elinizdeki AC motor sürücüsünün monofaze veya trifaze olup olmadığını kontrol ediniz. ➢ AC motor sürücüsünün AC besleme bağlantısını gerçekleştiriniz. ➢ AC motor sürücüsünün motor uçlarını (çıkış terminalleri) bağlayınız. ➢ Öğretmeniniz gözetiminde sürücüye enerji veriniz. ➢ Test için sürücüye çalıştırınız (RUN).	➢ Sürücü modeline bakınız ve bilgi kitapçığını inceleyiniz. ➢ Giriş terminal klemenslerini iyice sıkınız. ➢ Çıkış terminal klemenslerini iyice sıkınız. ➢ Devrenize enerji verilmeden önce iyice kontrol ediniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. AC motor sürücü bağlantılarını yapabildiniz mi?		
2. AC motor sürücüsünü test için çalıştırabildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme” ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. ( ) AC motor sürücüleri, asenkron motorlara yol vermek için kullanılır.

2. ( ) AC motor sürücüleri, doğru akım motorlarını kontrol edebilir.

3. ( ) AC motor sürücülerinin kontrol giriş uçları bulunur.

4. ( ) AC motor sürücüleri sadece tek faz girişli üretilirler.

5. ( ) AC motor sürücüleri, asenkron motorları yumuşak kalkış ve duruş yapmasını sağlarlar.

6. ( ) AC motor sürücüleri, asenkron motorların devir sayıları arttırılıp azaltılabilir.

7. ( ) FREQ komutu ile sürücü çıkış frekansı değiştirilebilir.

8. ( ) PLC ile parametre ayarını değiştirmek için WPR komutu kullanılır.

9. ( ) Sürücülerin parametre ayarları kolaylıkla değiştirilebilir.

10. ( ) PLC ile parametre ayarlarını okumak için RPR komutu kullanılır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ–2

AMAÇ

Uygun ortam sağlandığında analog sinyal veren elemanları tanıyacak ve gerekli PLC programını yazabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Bu faaliyet öncesinde yapmanız gereken öncelikli araştırmalar şunlar olmalıdır:

- Analog veri, sayısal veri kavramlarını araştırmalısınız.
- Analog devre elemanlarını araştırmalısınız.
- Analog uygulamalı örnekleri incelemelisiniz.

Araştırma işlemleri için öncelikle ön bilgi alınması açısından internet ortamının kullanılması gerekmektedir. Daha sonra PLC malzemeleri satan firmaları gezerek bilgi almanız sizin ufkunuzu açacaktır. Ayrıca PLC kullanan sanayideki fabrikalara teknik gezi yapmanız gerekir. Kazanmış olduğunuz bilgi ve deneyimleri arkadaş gurubunuz ile paylaşınız.

2. ANALOG SİNYALLER

Günlük yaşantımızda kullandığımız birçok büyüklük, analog veri olarak ortaya çıkar. Örneğin; sıcaklık (ısı), basınç, ağırlık, sıvı seviye, nem, ışık gibi büyüklükler hep analog olarak değişirler. Bunlarda sadece 0 ve 1 gibi iki değer değil, minimum ile maximum arasında çok geniş bir yelpazede çeşitli değerler söz konusu olabilir. Mesela bir ısı 30 ^{0}C olabileceği gibi, 50 ^{0}C, 100 ^{0}C da olabilir. Ayrıca bir basınç 15 bar, 40 bar veya 100 bar da olabilir. Analog veriler, aniden değişebilen sinyallere sahiptirler.

2.1. Analog Giriş ve Çıkış Elemanları

2.1.1. Analog Sinyal

Çevredeki fiziksel değişiklikler (ısı, basınç, ağırlık), algılayıcı veya dönüştürücüler kullanılarak elektrik gerilimine çevrilir. Bu gerilim analog bir gerilimdir. Daha sonra bu analog gerilim analog/sayısal (A/D) çevrici yardımıyla sayısala çevrilir. Dijital sistem bu bilgiyi işler ve bir sonuç elde eder. Bu sonuç dijital veya analog olarak değerlendirilmek istenebilir. Eğer elde edilen sonuç analog olarak değerlendirilecekse tekrar analoga çevrilmesi gerekir.

2.1.2. Analog Giriş Elemanları

2.1.2.1. Analog Sensörler

Analog sensörler mesafe, kalınlık ölçümü, konveyör kayış kontrolü, pozisyonlama, sürekli değişen seviye ölçümlerinde vb durumlarda kullanılırlar.

Analog sensörler genellikle 0-10V DC veya 0-20 mA akım çıkışı verirler. Analog sensörler kapasitif, endüktif, optik ve ultrasonik olabilir.

Resim 2.1 Analog sensör ile katı parçaların seviye kontrolü

Resim 2.2 Analog çıkışlı bir kapasitif sensör

2.1.2.2. Lineer Cetveller

Rezistif prensiple lineer olarak çalışır ve çok hassas olarak pozisyon ve hareketlerin direkt olarak ölçülmesinde kullanılırlar. Millerin dar yataklama toleransları ve özel kaplanmış yüzeyinden dolayı yüksek hızlarda ölçüm yapmak mümkündür.

Potansiyometrik lineer cetveller polimer kaplı kaliteli rezistif yolları ve platin/gümüş kaplı çok tırnaklı yaylı kontakları sayesinde çok hassastırlar, yüksek linearitesi ile düzgün analog sinyal verirler ve çok uzun ömürlüdürler. Analog olmalarından dolayı elektrik kesilmelerinde pozisyon bilgilerini kaybetmezler, hızlı hareketlerde kaçırmazlar, her zaman doğru konum bilgilerini bilirler. Titreşim ve darbelere karşı dayanıklıdırlar.

Endüstriyel alanda çok çeşitli kullanım alanları vardır. Bunlardan bazıları: Makine sanayi, plastik enjeksiyon makineleri, presler, tekstil makineleri, mermer makineleri, ağaç işleme makineleri, ambalaj ve paketleme makineleri, transfer makineleri, hidrolik makineleri, robotlar ve otomasyon işlemlerinde dayanıklı ve hassas ölçümler için kullanılmaktadır.

Resim 2.3 Lineer cetvel

2.1.2.3. Endüstriyel Potansiyometreler

6,10,25,50,100 tur dönebilen (çok turlu), 15 milyon hareket ömrü olan ve genellikle açı ölçümlerinde kullanılan potansiyometrelerdir.

Resim 2.4 Endüstriyel potansiyometre

2.1.2.4. Basınç ve Sıcaklık Ölçüm Sensörleri

4-20 mA ya da 0-10 VDC analog çıkış veren 400°C sıcaklığa dayanıklı (750°F), basınç ölçüm aralığı 50 BAR'dan 2000 BAR'a kadar, sıcaklık ölçüm aralığı -50°C....1200°C ölçüm yapabilen sensorlardır.

Resim 2.6 Basınç ve sıcaklık ölçüm sensörü

2.1.3. Analog Çıkış Elemanları

-10 V ile +10 V arası gerilim veya 0-20 mA akım aralıklarındaki değerlere göre işlevsellik kazanan tüm cihazlar analog çıkış elemanıdır. Örnek verecek olursak, AC motor sürücüleri, servo motor sürücüleri, şebeke analizörleri vb cihazlar.

2.2. Plc Analog Giriş Ve Çıkış Komutları

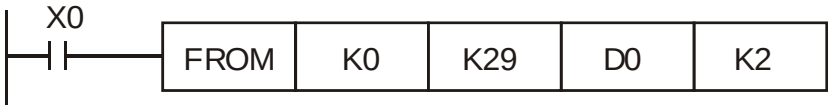
2.2.1. Analog Modül Bilgilerini Okuma

API	Komut			Operandlar	Fonksiyonu
78	D	FROM	P	m1 m2 D n	Analog modüldeki veri alanları okur

➢ Operandlar:

m1: Analog modülün numarası
m2: Analog modüldeki okunacak veri alanı adresi
D: Okunan verinin saklanacağı adres
n: Bir seferde okunacak veri alanı adedi

Örnek Program:



X0 aktif olduğu sürece 1. analog girişin (K0) 29 no.lu (K29) veri alanı okunur. Bu değer D0 veri alanına kaydedilir. K2: 2 veri birden okunacaktır. Yani, 1. ve 2. analog girişler aynı anda okunacak 1. analog girişin değeri D0'e, 2. analog girişin değeri ise D1'e kaydedilir.

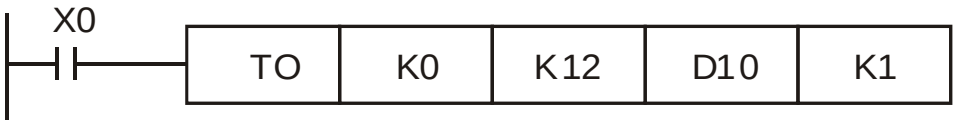
2.2.2. Analog Modül Ayarlarını Değiştirme

API	Komut			Operandlar	Fonksiyonu
79	D	TO	P	m1 m2 S n	Analog modüldeki kontrol alanlarına veri yazar

➢ **Operandlar:**

m1: Analog modülün numarası
m2: Analog modüldeki yazılacak veri alanı adresi
D: Yazılacak değer
n: Bir seferde yazılacak veri alanı adedi

Örnek Program:



X0 aktif olduğu sürece 1. analog girişin (K0) 12 no.lu (K12) veri alanına değer yazılacaktır. Yazılacak değer D10 veri alanına saklıdır.

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıda verilen işleri gerçekleştirmek için gerekli analog modül bilgi sayfasını temin ediniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Yeni proje açınız ve FROM komutu ile girişin mevcut değerini okuyunuz.	➢ Analog modül bilgi kitapçığını muhakkak temin ediniz.
➢ TO komutu ile girişin ayarlarını yazınız.	➢ Analog modül bilgi kitapçığını muhakkak temin ediniz.
➢ Yeniden FROM komutu ile girişin mevcut değerini okuyunuz.	

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	**Evet**	**Hayır**
1. FROM komutu ile girişin mevcut değeriniz okuyabildiniz mi?		
2. TO komutu ile girişin ayarlarını yapabildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "Hayır" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "Evet" ise "Ölçme ve Değerlendirme" ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi analog veri üretir?
   A) Transistör
   B) Diyot
   C) Tristör
   D) Alternatif akım

2. Aşağıdakilerden hangisi analog veri değildir?
   A) Isı
   B) Basınç
   C) Sıvı seviye
   D) Röle

3. Aşağıdaki elemanlardan hangisi dijital veri üretir?
   A) PTC
   B) LDR
   C) Anahtar
   D) Termokupl

4. Aşağıdaki elemanlardan hangisi ısıya bağlı olarak analog gerilim üretir?
   A) Termokupl
   B) Direnç
   C) Pt100
   D) Rezistans

5. FROM komutuyla hangi işlem yapılır?
   A) Analog veri okur.
   B) Analog modül parametre değerlerini değiştirir.
   C) PLC Çıkışı aktif olur.
   D) Hiçbiri

6. FROM komutuyla hangi işlem yapılır?
   A) Analog veri okunur.
   B) Analog modül ayarları yapılır.
   C) PLC Çıkışı aktif olur.
   D) Hiçbiri

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi analog veri üretir?
A) Transistör
B) Diyot
C) Tristör
D) Alternatif akım

2. Aşağıdakilerden hangisi analog veri değildir?
A) Isı
B) Basınç
C) Sıvı Seviye
D) Röle

3. Aşağıdaki elemanlardan hangisi dijital veri üretir?
A) PTC
B) LDR
C) Anahtar
D) Termokupl

4. Aşağıdaki elemanlardan hangisi ısıya bağlı olarak analog gerilim üretir?
A) Termokupl
B) Direnç
C) Pt100
D) Rezistans

5. Aşağıdakilerden hangisi AC motor sürücüleri için söylenemez?
A) Bir elektronik cihazdır.
B) Asenkron motorların devir sayısını değiştirebilir.
C) PLC ile kontrol edilebilir.
D) DC motorları kontrol edebilir.

6. Aşağıdakilerden hangisi AC motor girişleri için söylenemez?
A) NPN bağlantı yapılabilir.
B) PNP bağlantı yapılabilir.
C) Dâhili beslemeli giriş bağlantısı yapılabilir.
D) Harici beslemeli giriş bağlantısı yapılamaz.

7. Aşağıdakilerden hangisi Lineer potansiyometreler için söylenemez?
A) Düzgün analog sinyal verirler.
B) Çok uzun ömürlüdürler.
C) Analog olmalarından dolayı elektrik kesilmelerinde pozisyon bilgilerini kaybetmezler.
D) Tur sayıları azdır.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	**Evet**	**Hayır**
1. Analog giriş birimleri hakkında bilgi edindiniz mi?		
2. Analog sinyali öğrendiniz mi?		
3. Analog çıkışı öğrendiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda **"Hayır"** şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız **"Evet"** ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1 CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Yanlış
3	Doğru
4	Yanlış
5	Doğru
6	Doğru
7	Doğru
8	Doğru
9	Doğru
10	Doğru

ÖĞRENME FAALİYETİ-2 CEVAP ANAHTARI

1	D
2	D
3	C
4	A
5	B
6	A

MODÜL DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

1	D
2	D
3	C
4	A
5	D
6	D
7	D

KAYNAKÇA

- Robert L. Boylestad, Louis Nashelsky,"Electronic Devices and Circuit Theory (7th Edition)", Date: 16 Jul 2010, “Elektronik Elemanlar ve Devre teorisi”.
- Çeşitli PlC ve sürücü modelleri katalogları ve uygulama kitapları.